Listen

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Michael Barth, Philipp Meier und Gefei Zhang

02/05

Ziele

- Standardimplementierungen für Listen kennenlernen
- Listeniteratoren verstehen

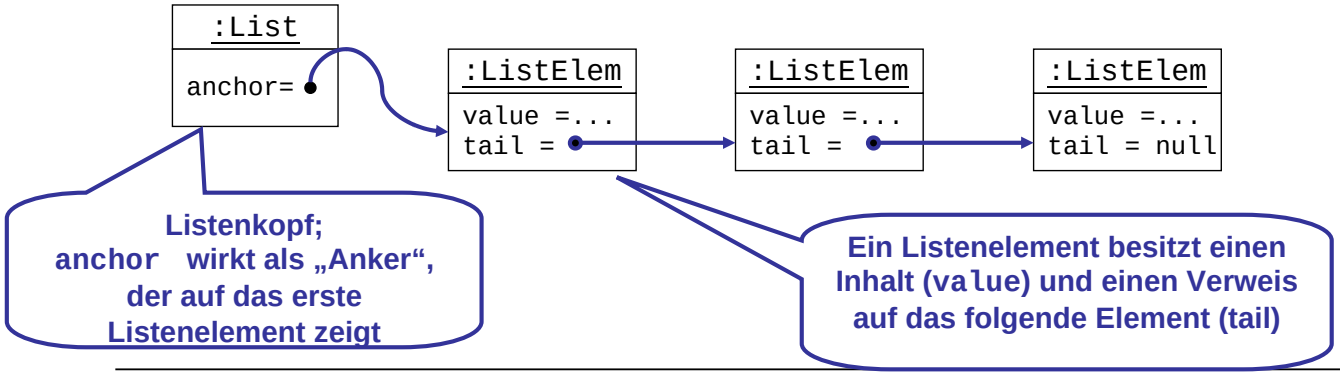
Die Rechenstruktur der Listen

- Eine **Liste** ist eine **endliche Sequenz von Elementen**, deren Länge (im Gegensatz zu Reihungen) durch Hinzufügen und Wegnehmen von Elementen geändert werden kann.
- **Standardoperationen für Listen** sind:
  - Löschen aller Elemente der Liste
  - Zugriff auf und Änderung des ersten Elements
  - Einfügen und Löschen des ersten Elements
  - Prüfen auf leere Liste, Suche nach einem Element
  - Berechnen der Länge der Liste, Revertieren der Liste
  - Listendurchlauf
- Die **Javabibliothek** bietet Standardschnittstellen und -Klassen für Listen an:
  interface List, class LinkedList, ArrayList
  die weitere Operationen enthalten, insbesondere den direkten Zugriff auf Elemente durch Indizes wie bei Reihungen
  ➔ ! Problematisch: Führt zur Vermischung von Reihung und Liste

Listenimplementierung: Einfach verkettete Listen

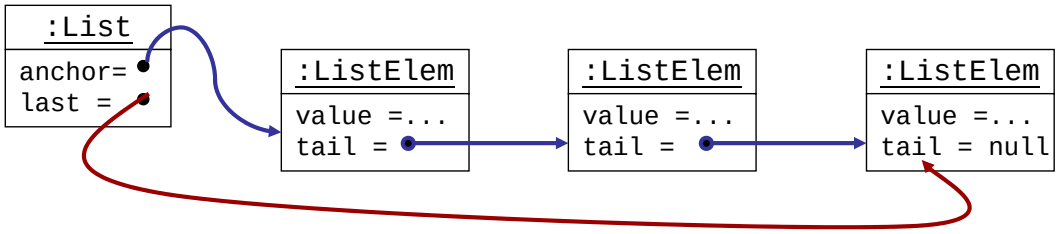
- Eine einfach verkettete Liste ist eine Sequenz von Objekten, wobei jedes Element auf seinen Nachfolger in der Liste zeigt.
- Unterschiedliche Implementierungen:

  1. Realisierung des Anfügens vorne in konstanter Zeit:

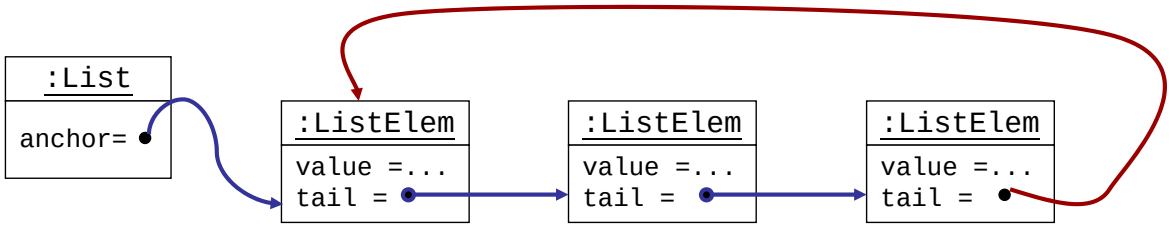


Einfach verkettete Listen

2. Realisierung des Anfügens vorne und hinten in konstanter Zeit:

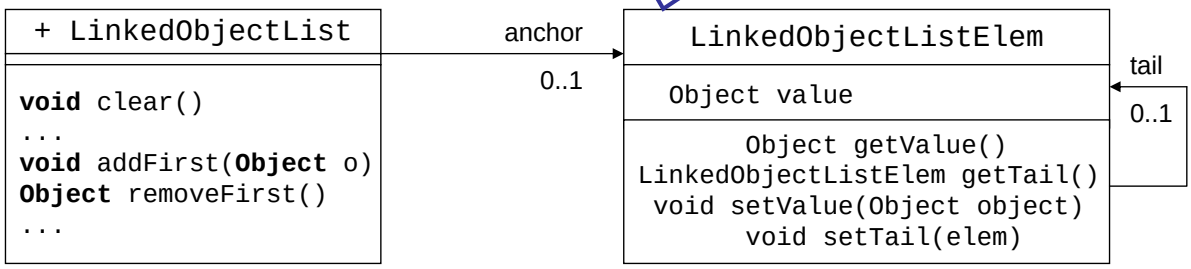


3. Zirkuläre Liste:



Einfach verkettete Listen: UML-Entwurf

Nicht `public`!! Dadurch ist die Klasse nur im gleichen Paket sichtbar, aber nicht für externe Benutzer




```
anchor = new LinkedObjectListElem(o, anchor);
```

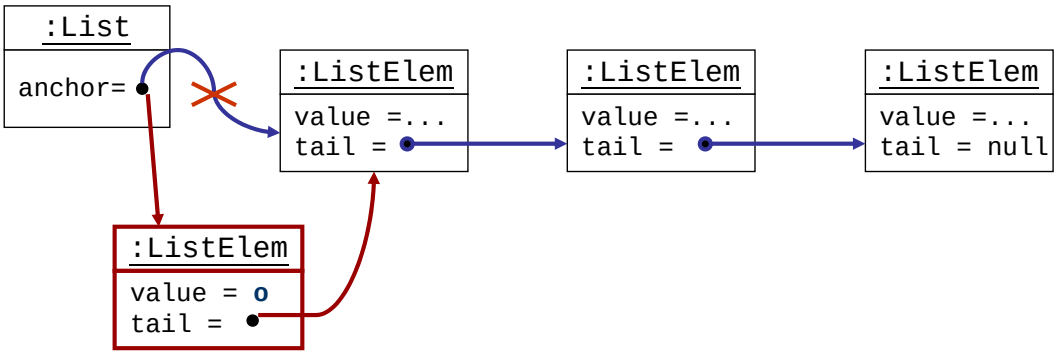
Einfach verkettete Listen in Java

```
public class LinkedObjectList
{ private LinkedObjectListElem anchor;
  ...
}
class LinkedObjectListElem
{ private Object value;
  private LinkedObjectListElem tail;
 LinkedObjectListElem getTail() { return tail; }
 void setTail(LinkedObjectListElem elem) { tail = elem;}
  ...
}
```

Nicht `public`!! Dadurch ist die Klasse nur im gleichen Paket sichtbar, aber nicht für externe Benutzer

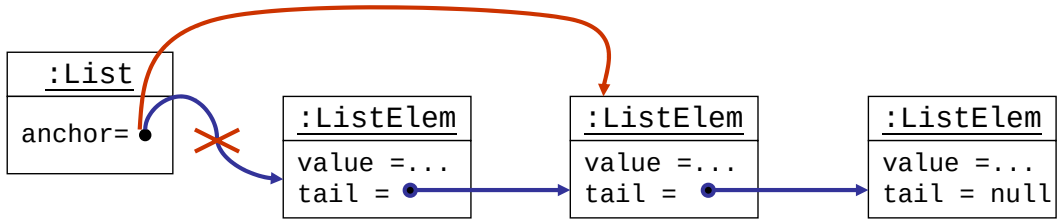
Ersetzt das nächste Listenelement durch `elem` und ändert dadurch den Rest der Liste (nicht für externe Benutzer!)

Einfügen eines Objekts o am Anfang der Liste




```
public void addFirst(Object o)
{       anchor = new LinkedObjectListElem(o, anchor);
}
```

Entfernen des ersten Elements

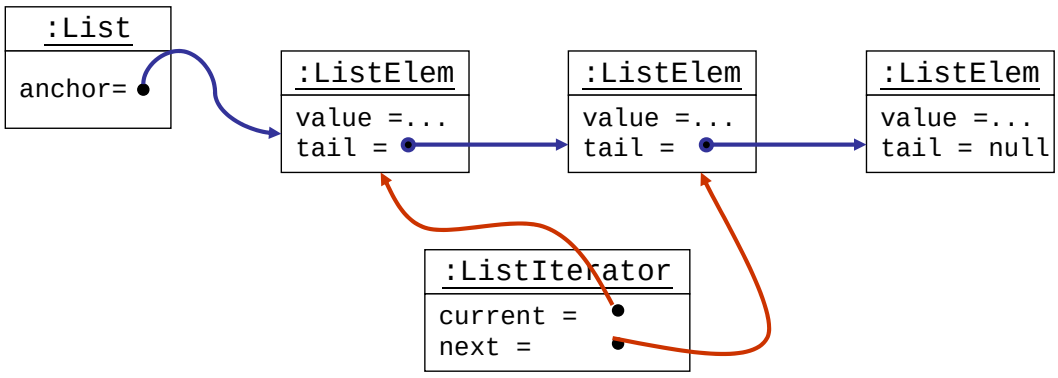



```
public Object removeFirst() throws NoSuchElementException
{       if (anchor == null)
        {       throw new NoSuchElementException();
        }
        else
        {       Object result = anchor.getValue();
                anchor = anchor.getTail();
                return result;
        }
 }
```

Ausnahme, wenn Liste leer

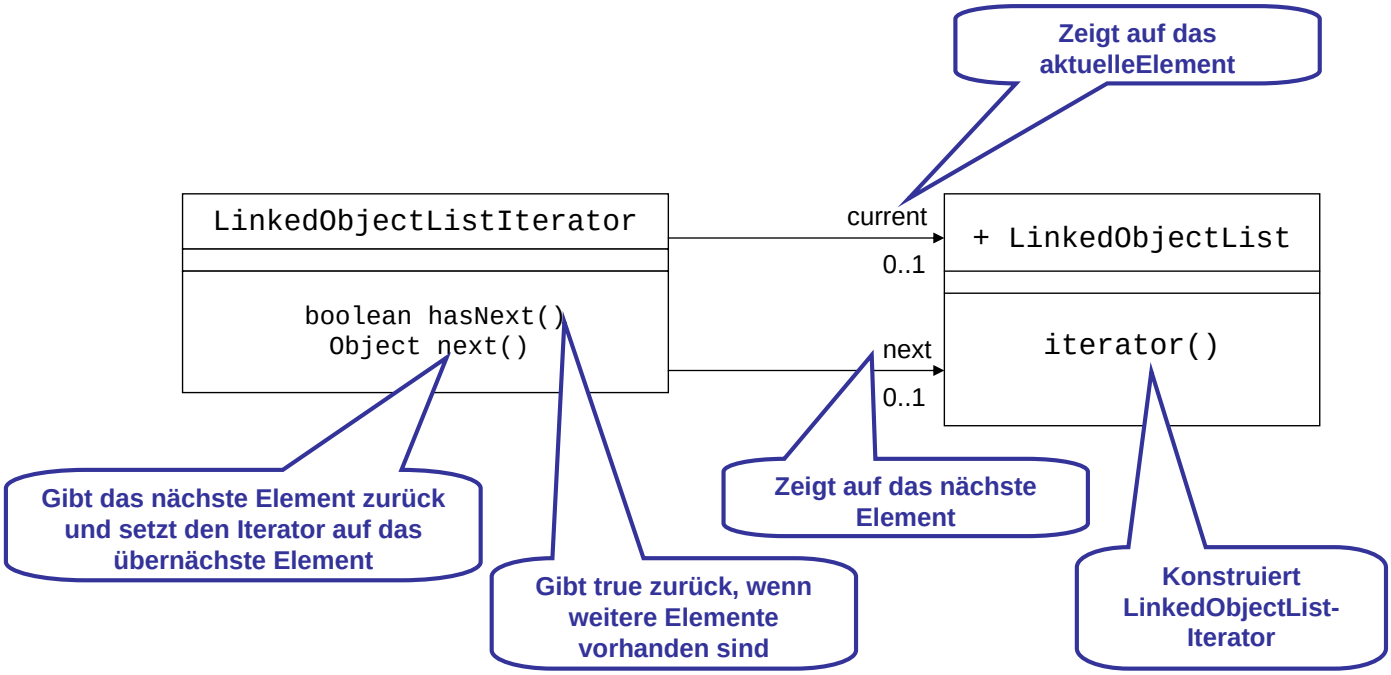
Gibt das „alte“ erste Elem zurück

Listendurchlauf mit Listeniterator



- Ein Listeniterator ermöglicht den Zugriff auf die Elemente einer verketteten Liste
- Ein Listeniterator schützt die Liste während des Zugriffs vor (unkontrollierten) Änderungen
- Ein Listeniterator kapselt eine Position in der Liste

Listendurchlauf: Listeniterator in UML



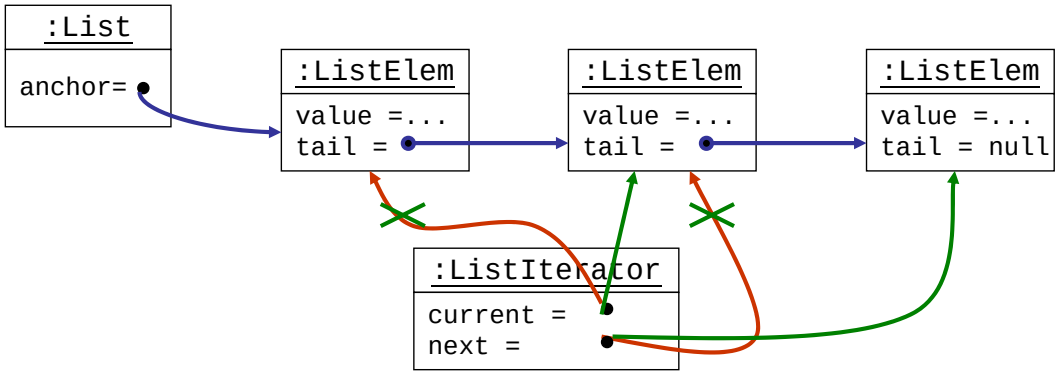
Listeniterator in Java

```
class LinkedObjectListIterator
{ protected LinkedObjectListElem currentElem;
  protected LinkedObjectListElem nextElem;

  LinkedObjectListIterator(LinkedObjectListElem elem)
  {     nextElem = elem;
  }

  public boolean hasNext()
  { return nextElem != null;
  }

  ...
}
```

Weiterschalten des Listeniterators in Java

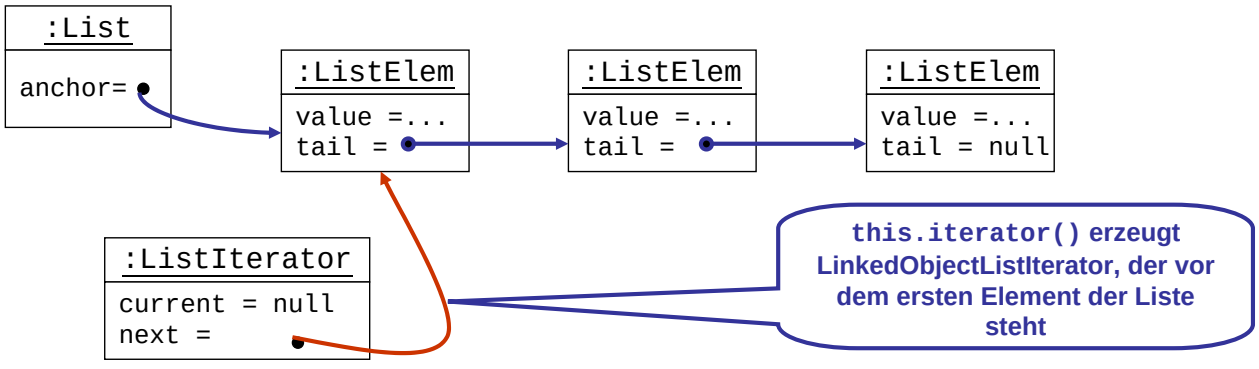
```
public Object next() throws NoSuchElementException
{     if (nextElem == null)
      {      throw new NoSuchElementException();
      }
      currentElem = nextElem;
      nextElem = nextElem.getTail();
      return currentElem.getValue();
}
}
```

Schaltet den Iterator weiter und gibt den **`value`** eines LinkedListObjectElem zurück!



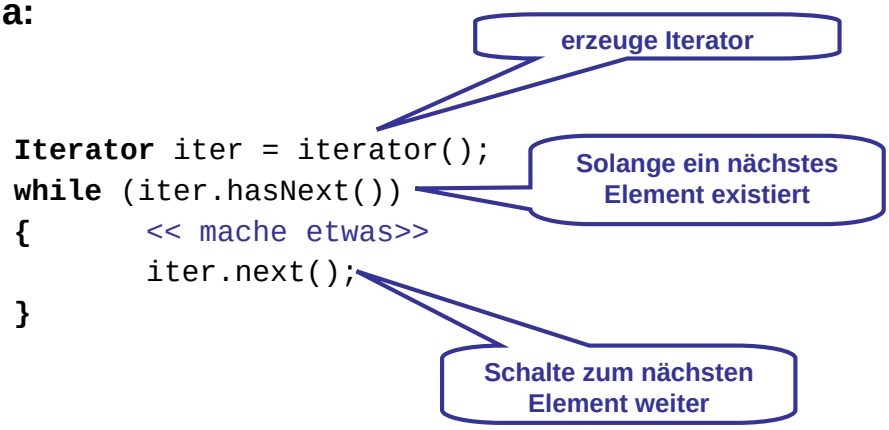
Konstruktion eines Listeniterators in Java

```
class LinkedObjectList
{ private LinkedObjectListElem anchor;
  ...

  public LinkedObjectListIterator iterator() {
  {     return new LinkedObjectListIterator(this.anchor);
  }
}
```

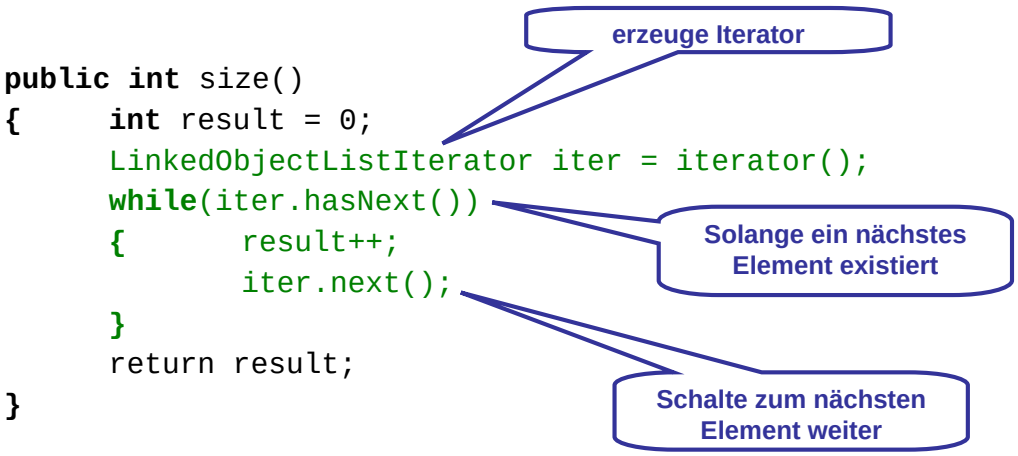


Listendurchlauf mit Iteratoren

Schema:



Beispiele für Listeniteration: Länge der Liste



Beispiele für Listeniteration: Suche in der Liste

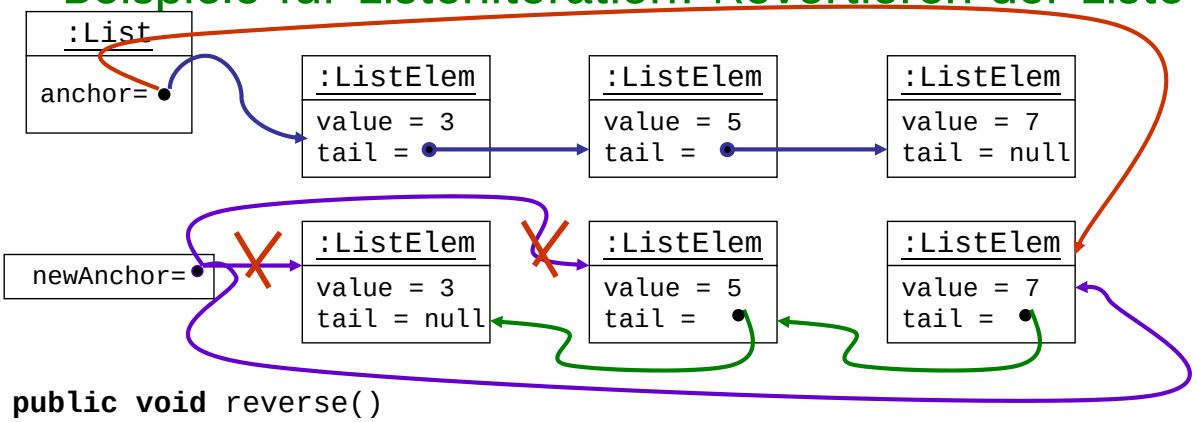
```
public boolean contains(Object o)
{     LinkedObjectListIterator iter = iter
      while (iter.hasNext())
      {      if (iter.next().equals(o))
                    return true;
      }
      return false;
}
```

erzeuge Iterator

Solange ein nächstes Element existiert

Prüft aktuelles Element auf Gleichheit und schaltet zum nächsten Element weiter

Beispiele für Listeniteration: Revertieren der Liste




```
public void reverse()
{     LinkedObjectListElem newAnchor = null;
      LinkedObjectListIterator iter = iterator();
      while(iter.hasNext())
      {      newAnchor =
             new LinkedObjectListElem(iter.next(),newAnchor);
      }
      anchor = newAnchor;
}
```

erzeugt neues Listenelement mit umgedrehtem Verweis

Beispiele für Listeniteration: Listenvergleich

- Die Listenvergleichsoperation

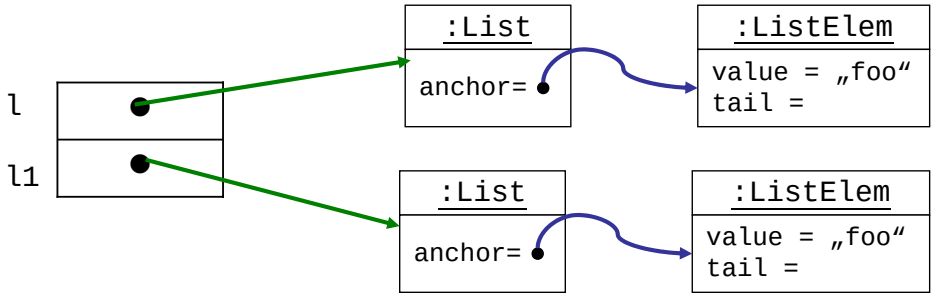
  ```
  public boolean equals(Object o)
  ```

  prüft, ob zwei Listenobjekte die gleiche Länge haben und ihre Elemente jeweils den gleichen Wert (`value`) besitzen.
- Sind die Längen unterschiedlich oder sind die Listenelemente nicht alle „equals“ zueinander, so ist das Ergebnis `false`.
- Das Ergebnis ist auch `false`, wenn `o` nicht vom Typ `LinkedObjectList` ist.

Beispiele für Listeniteration: Listenvergleich

Beispiel: Folgendes sollte beim Testen für `l = new LinkedObjectList("foo")` gelten:

```
assertTrue(l.equals(l));      //l ist mit sich selbst gleich
assertFalse(l.equals("foo")); //falscher Typ
LinkedObjectList l1 = new LinkedObjectList("foo");
assertTrue(l.equals(l1));     //l, l1 haben das gleiche Element
l1.addFirst("baz");
assertFalse(l.equals(l1));    //falsche Laenge
assertFalse(l.equals(new Integer(123))); //verschiedenes Element
```



Beispiele für Listeniteration: Listenvergleich

```
public boolean equals(Object o)
{     try
      {       LinkedObjectListIterator iter1 = iterator();
              LinkedObjectListIterator iter2 =
                              ((LinkedObjectList)o).iterator();
              while (iter1.hasNext() && iter2.hasNext())
              {       if (!iter1.next().equals(iter2.next()))
                              return false;
              }
              if (iter1.hasNext() != iter2.hasNext())
                      return false;
              else
                      return true;
      }
      catch(Exception e)
      {       return false;
      }
}
```

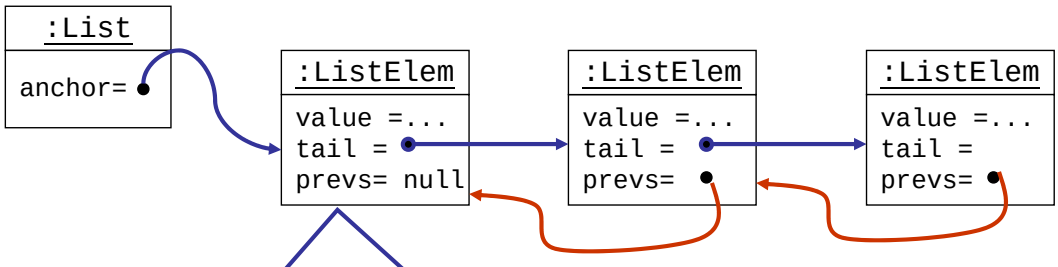
Erzeuge 2 Iteratoren

Vergleiche u. schalte weiter, solange beide noch ein nächstes Element haben

`false`, falls o kein Listenobjekt

Verfeinerung: Doppelt verkettete Listen

- Doppelt verkettete Listen können auch von rechts nach links durchlaufen werden.

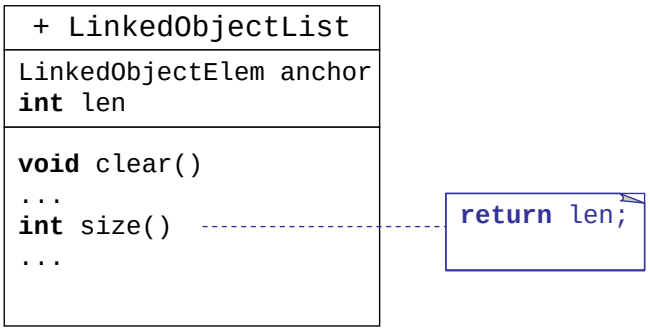


Ein Listenelement besitzt einen Inhalt (`value`) und je einen Verweis auf das folgende (`tail`) u. das vorhergehende Element (`prevs`)

- Die Standardlistenklasse von Java ist doppelt verkettet implementiert.

Verfeinerung: Zeiteffiziente einfach verkettete Listen

- Durch Hinzufügen eines Attributs für die Länge der Liste erhält die Abfrage nach der Größe der Liste konstante Zeitkomplexität:



Zusammenfassung

- Listen werden in Java als einfach oder doppelt verkettete oder auch als zirkuläre und Ringlisten realisiert. Zur Implementierung definiert man eine Klasse `LinkedList`, mittels eines Ankers (`anchor`) auf Objekte der Klasse `ListElem` zeigt. Diese sind über die `tail`- und `prevs`-Zeiger miteinander verknüpft.
- Der Listendurchlauf wird mit Hilfe der Klasse `ListIterator` realisiert. Iteratorobjekte wandern sequenziell durch die Liste.